

Aleksandra Rogowska

Politechnika Opolska

e-mail: a.rogowska@po.opole.pl

SYNESTEZJA I JEJ ZNACZENIE W ROZWOJU POZNAWCZYM I JĘZYKOWYM W DZIECIŃSTWIE

ABSTRACT

Synaesthesia: its importance in the development of cognition and language in childhood

In this article the phenomenon of synaesthesia is characterized with special emphasis on the congenital (developmental) synaesthesia. The compensatory-integrative hypothesis seems to explain the function that synaesthesia may play in the development of cognitive processing and language. Although synaesthesia is currently investigated using a variety of techniques, such as questionnaire and computer-based tests, the clinical interview still seems to be one of the best methods for its diagnosis because of the idiosyncratic nature of this phenomenon. Further study on developmental synaesthesia can bring us closer to understanding the origins of human reasoning.

Key words: synaesthesia, types of synaesthesia, developmental synaesthesia, strong-weak synaesthesia, cross-modal association.

Słowa kluczowe: synestezja, typy synestezji, synestezja rozwojowa, silna-słaba synestezja, skojarzenia międzymodalne.

Charakterystyka zjawiska synestezji

Do opisu wrażeń, których doznajemy, posługujemy się często metaforą i odległymi, międzyzmysłowymi skojarzeniami. Określenia takie, jak „ciężka muzyka”, „chłodna barwa”, czy „mdłe światło”, są szeroko stosowane w codziennym życiu. Dla niektórych ludzi takie skojarzenia są dosłowne: dźwięki mają swoje kształty i kolory, smaki wywołują doznania dotykowe, a zapachy są widziane

w kolorach. Te wielozmysłowe współwrażenia, zwane synestezją, towarzyszą im przez całe życie, wzbogacając percepcję świata o dodatkowe doznania.

Słowo „synestezja” pochodzi z języka greckiego i oznacza sytuację, kiedy jednozmysłowa stymulacja wywołuje współwrażenie w innej modalności zmysłowej. Najczęściej występuje synestezja kolorowego słyszenia, w której dźwięki muzyczne (pojedyncze dźwięki, tonacje muzyczne, całe utwory muzyczne) lub dźwięki mowy (imiona, dni tygodnia, cyfry, litery alfabetu, wszystkie słowa) wywołują widzenie kolorów i kształtów. Te dodatkowe współwrażenia wzrokowe w silnej synestezji kolorowego słyszenia projektowane są na zewnątrz, w bliskim otoczeniu ciała. Kolory i abstrakcyjne kształty widziane są jakby na ekranie, oddalonym kilkanaście centymetrów od oczu osoby z synestezją (synestetyka). Czasem synestetycy relacjonują, iż barwy są raczej odczuwane wewnętrznie, widziane „oczami wyobraźni”. Kolorowe słyszenie, zwane również chromostezją lub synopsją, jest jedną z najczęściej występujących form synestezji (Rich, Bradshaw, Mattingley, 2005).

Do najbardziej powszechnych form synestezji należy również synestezja **językowa** (*lexical synaesthesia*; Marks, 1999) zwana również **lingwistyczną** (*linguistic-colour synaesthesia*; Baron-Cohen i in., 1993), w której wrażenia kolorystyczne są wywoływane przez dźwięki mowy lub znaki językowe. Stymulację mogą stanowić jedynie pojedyncze litery alfabetu, cyfry, niektóre tylko słowa (na przykład imiona, dni tygodnia, słowa znaczące czy też nonsensowne), albo też wszystkie litery i słowa. Spotykane są również inne formy synestezji, łączące ze sobą na przykład smaki i kolory, zapachy i kolory, doznania bólowe i kolorowe kształty czy też smaki i wrażenia dotykowe, jakkolwiek występujące one znacznie rzadziej (Day, 2005).

Aktualne wyniki badań z zastosowaniem wielowymiarowych technik statystycznych przeprowadzone w ostatnich latach wśród 19133 synestetyków przy użyciu baterii testów komputerowych on-line wykazały istnienie pięciu podstawowych grup, skupiających poszczególne formy synestezji (Novich, Cheng, Eagleman, 2011):

- kolorowe sekwencje (*coloured sequence synaesthetics*; na przykład dni tygodnia lub cyfry kojarzone z kolorami);
- kolorowa muzyka (*coloured music synaesthetics*; kolory kojarzone z dźwiękami muzycznymi);
- kolorowe wrażenia (*coloured sensation synaesthetics*; wrażenia koloru na skutek doznań dotykowych, bólowych czy emocjonalnych);
- niewzrokowe współwrażenia (*non-visual sequela synaesthesia*; na przykład wrażenia dotykowe lub zapachowe wywoływane przez dźwięk lub kolor);
- sekwencje przestrzenne (*spatial sequence synaesthetics*, na przykład kojarzenie kolejnych miesięcy z przestrzennymi formami kolistymi, spiralnymi, liniami wznoszącymi lub łamanymi).

Synestezja jest zjawiskiem percepcyjnym, wywoływanym automatycznie i mimowolnie, co potwierdziły liczne badania (dla przeglądu: Rogowska, 2011). Nie ma dwóch synestetyków o identycznych skojarzeniach, choć ist-

nią pewne ogólne tendencje, na przykład w kojarzeniu wysokich dźwięków z jasnymi kolorami a niskich tonów – z ciemnymi barwami. Niemniej każdy synestetyk ma niepowtarzalny „alfabet kolorów”.

Typy i funkcje synestezji

Od ponad dwudziestu lat w świecie naukowym wzrasta zainteresowanie synestezją. Synestezja jest badana nie tylko w perspektywie psychologicznej, ale również na polu neurologii, psychopatologii, kognitywistyki, lingwistyki, filozofii czy sztuki. Głównym kryterium klasyfikacji licznych odmian synestezji może być, po pierwsze, moment pojawienia się synestezji w życiu człowieka i prawdopodobna przyczyna powstawania tego zjawiska, a po drugie, odmienne funkcje – kompensacyjne lub integracyjne – w procesie przetwarzania informacji. Biorąc pod uwagę te właśnie kryteria, Aleksandra Rogowska (2011) wyróżniła kilka odmiennych typów synestezji; w niniejszym artykule zostaną omówione te z nich, które mają znaczenie dla wyjaśnienia procesów rozwoju poznawczego i językowego w dzieciństwie.

Należy do nich synestezja **konstytucjonalna** (*congenital synaesthesia*; Grossenbacher, 1997), zwana również **rozwojową** (*developmental synaesthesia*; Harrison, Baron-Cohen, 1997) lub **właściwą** (*synaesthesia proper*; Day, 2005), pojawiająca się we wczesnym dzieciństwie. Idiosynkratyczny wzór połączeń międzymodalnych nie zmienia się znacząco przez resztę życia, towarzysząc percepcji w sposób automatyczny i mimowolny. Synestezja **nabyta** (*acquired synaesthesia*; Afra, Funke, Matsuo, 2009) pojawia się natomiast samoistnie i mimowolnie w okresie dorosłości, na skutek chorobowych, nowotworowych lub powypadkowych zmian w mózgu. Synestezja **niemowlęca** (*neonatal synaesthesia*; Maurer, 1993; Maurer, Mondloch, 2005) występuje w pierwszych 4 miesiącach życia i stanowi przejściowy etap w rozwoju poznawczym, związany z procesem specjalizacji modalności zmysłowych i dojrzewaniem mózgu. Synestezja **skojarzeniowa** (*associational synaesthesia*) odnosi się do powszechnych zasad tworzenia wielozmysłowych skojarzeń (*cross-modal matching*) na różnych poziomach przetwarzania informacji.

Wydaje się, że poszczególne rodzaje synestezji w większym lub mniejszym stopniu pełnią funkcję integracyjną lub kompensacyjną podczas procesu przetwarzania informacji. Podczas przetwarzania informacji nieustannie zachodzą procesy analizy i różnicowania informacji oraz syntezy i integracji. U podstaw synestezji stoją prawdopodobnie procesy integracji informacji pochodzących z różnych modalności zmysłowych (Parise, Spence, 2009). Szczególnie silny integracyjny charakter przypisuje się synestezji skojarzeniowej oraz niemowlęcej. Wszystkie te rodzaje synestezji opierają się głównie na schemacie połączeń międzymodalnych, wytworzonym podczas integracji informacji pochodzących z różnych zmysłów. Określona konfiguracja międzymodalnych skojarzeń, utrwalona podczas nabywania doświadczeń, uczenia się i zapamiętywania,

jest tak silna, że pojawienie się jednego z elementów tej konfiguracji w jednym tylko zmysle może pociągać za sobą powstawanie wrażeń w pozostałych zmysłach.

Ta sama „platforma poznawcza”, która służy do integracji informacji pochodzących z różnych zmysłów, prawdopodobnie jest wykorzystywana w synestezji także do kompensacji ograniczeń poznawczych w ontogenezie. Wiele typów synestezji może pełnić funkcje kompensacyjne w przypadku na przykład takich niedoborów czy zaburzeń, jak nierównowaga biochemiczna, uszkodzenie mózgu czy ograniczenia poznawcze (Rogowska, 2011).

Rozwojowy charakter synestezji lingwistycznej

Synestezja lingwistyczna powstaje na styku rozwoju percepcji i języka. W lingwistycznej odmianie synestezji rozwojowej (konstytucjonalnej, właściwej) słowa, dźwięki mowy (fonemy) lub znaki językowe (grafemy) są **na stałe** związane z poszczególnymi kolorami. Na przykład słowo „poniedziałek” ma dla synestetyka kolor ceglastoczerwony, cyfra „2” świeci jak żółty neon, a gdy ktoś wypowiada słowo „życie”, osoba z synestezją lingwistyczną widzi przed oczami jakby odręczny fioletowy napis „życie”.

Synestezja lingwistyczna pojawia się prawdopodobnie jako efekt uboczny podczas procesu uczenia się różnicowania sekwencji informacji werbalnych. Z badań (na przykład Rich i in., 2005; Simner, 2006; Simner i in., 2006; Simner, Harrold i in., 2009) wynika, iż synestezja lingwistyczna odnosi się najczęściej do sekwencji symboli, których dziecko uczy się w krytycznym okresie wczesnego dzieciństwa (jak na przykład litery alfabetu, liczby, dni tygodnia). Klasyfikowanie obiektów na podstawie ich kształtu czy koloru jest konkretne, jednoznaczne i stanowi stosunkowo wczesny rozwojowo etap porządkowania informacji. Kilkuletnie dziecko potrafi bowiem rozpoznawać kolory i klasyfikować obiekty na podstawie ich barwy czy kształtu, zanim nauczy się pisać i czytać.

Uczenie się serii abstrakcyjnych pojęć, ułożonych w określonym porządku, odnoszących się do ilości czy wielkości (np. sekwencja liczb), czasu (godziny i minuty, dni tygodnia, miesiące) czy symboli werbalnych (litery alfabetu), może stanowić trudność dla dziecka, u którego rozwój poznawczy nie osiągnął jeszcze odpowiedniego poziomu (na przykład operacji szeregowania). Jest prawdopodobne, iż u synestetyków plastyczny umysł radzi sobie z tymi ograniczeniami w taki sposób, że wytwarza dodatkowo dobrze znany i stosowany we wcześniejszych stadiach rozwojowych, bardziej konkretny sposób oznaczania informacji poprzez kolor. Taki wyrazisty znacznik ułatwia ułożenie elementów sekwencji w określonej kolejności i szybkie odszukanie takiej informacji w pamięci podczas kolejnego rozpoznania bodźca. Synestezja byłaby więc rodzajem mnemotechniki, zastosowanej spontanicznie przez rozwijający się umysł małego dziecka.

Kompensacyjny charakter synestezji lingwistycznej polegałby więc na tym, że ograniczenie poznawcze na danym etapie rozwoju jest kompensowane wytworzeniem sobie dodatkowego kodu dostępu (na przykład koloru), znanego z wcześniejszych rozwojowo sposobów przetwarzania informacji. Dodatkowy, synestezyjny znacznik (na przykład kolor, zapach) zostaje następnie wprowadzany do dotychczas już utrwalonych elementów umysłowej reprezentacji pojęcia, utworzonych podczas integracji informacji i od tej pory towarzyszy percepcji na stałe. Ostatnie badania (na przykład Asano, Yokosawa, 2012; Rich i in., 2005; Blair, Berryhill, 2013; Ward, Tsakanikos, Bray, 2006; Witthoft, Winawer, 2006, 2013) wykazały, że synestezyjne skojarzenia utworzone we wczesnym dzieciństwie mogą być później generalizowane w dorosłości na inne słowa czy kategorie bodźców, jak również na inne symbole werbalne podczas nauki języków obcych (na przykład synestezja lingwistyczna powstała w dzieciństwie podczas uczenia się języka rosyjskiego może być przeniesiona na język angielski).

Być może kluczem do rozwiązania zagadki synestezji lingwistycznej jest właśnie kompensacja niedoborów czy też odmienny metabolizm biochemiczny w układzie nerwowym mózgu (Armel, Ramachandran, 1999; Podoll, Robinson, 2002).

Jeżeli jest możliwe pojawienie się doznań synestezyjnych pod wpływem substancji psychoaktywnych, zanurzania się w rzeczywistość wirtualną czy też na skutek neurologicznych dysfunkcji u osób, które wcześniej w codziennym życiu nie objawiały synestezji, to prawdopodobnie większość z nas posiada potencjalną, biologiczną podstawę do wytworzenia się synestezyjnej percepcji. Wydaje się, że taką uniwersalną podstawę stanowi synestezja niemowlęca (Maurer, 1993; Maurer, Mondloch, 2005), w której dominują procesy integracyjne. Ze względu na wspólny dla wszystkich ludzi sposób powstawania, synestezja niemowlęca miałaby powszechne formy, wytwarzając u wszystkich ludzi taki sam schemat połączeń międzymodalnych.

Hipoteza synestezji niemowlęcej zakłada, iż we wczesnym niemowlęctwie, w ciągu kilku pierwszych miesięcy życia, wszystkie dzieci doświadczają synestezyjnej percepcji (Maurer, 1993; Maurer, Mondloch, 2005). Człowiek rodzi się ze znacznie większą liczbą neuronów i jednocześnie ze znacznie mniejszą liczbą połączeń neuronalnych niż posiada w późniejszych okresach życia, a jego kora mózgowa nie jest też zbyt dobrze wyspecjalizowana. W pierwszych miesiącach życia w reakcji na bodziec słuchowy następuje jednoczesna aktywacja zarówno okolic słuchowych, jak i wzrokowych kory mózgowej (Bahrick, 2001). Zwiększona liczba międzymodalnych połączeń u niemowląt może ułatwiać nabywanie języka, nazywanie i różnicowanie obiektów czy integrację międzymodalną na stosunkowo niskim poziomie przetwarzania informacji. W dalszych etapach rozwojowych następuje restrukturyzacja mózgu, polegająca na progresywnym ograniczaniu międzymodalnych połączeń, co prowadzi do ścisłej specjalizacji modalności w odbiorze oraz analizie specyficznych informacji i poszczególnych cech postrzeganych obiektów.

Ferrinne Spector i Daphne Maurer (2009) dowodzą, że synestezja umożliwia wgląd w naturę rozwoju percepcji i reprezentuje jeden z podstawowych mechanizmów rozwoju poznawczego, który polega na tworzeniu nadmiernej liczby połączeń międzysmysłowych we wczesnym dzieciństwie. Jeśli połączenia te nie są później wykorzystywane w procesach odbioru, przetwarzania i integrowania informacji pochodzących z różnych zmysłów, zostają w dorosłości całkowicie wyeliminowane czy zahamowane. U większości osób dorosłych znacząca liczba połączeń międzysmysłowych występuje więc w formie zahamowanej czy wytłumionej. Synestetycy pozostają na wczesnym etapie rozwojowym, w którym te nadmierne połączenia międzymodalne nie zostały zahamowane i nadal funkcjonują.

Prawdopodobnie z ewolucyjnego punktu widzenia specjalizacja modalności umożliwia szybsze i bardziej efektywne przetwarzanie informacji, dlatego też stanowi wyższą formę przystosowania (Ramachandran, Hubbard, 2003, 2005). Synestezja u dorosłych mogłaby być wynikiem zaprogramowanego genetycznie zaburzenia procesu różnicowania i specjalizacji modalności zmysłowych, jaki zachodzi w pierwszych miesiącach życia (Baron-Cohen i in., 1993; Baron-Cohen, 1996; Baron-Cohen, Harrison, 1999). W konsekwencji u osób z synestezją dźwięki miałyby nadal atrybuty wzrokowe, przejawiające się w jednej z form kolorowego słyszenia.

Dlaczego synestezja konstytucjonalna występuje tylko u niektórych osób? Prawdopodobnie synestetycy wyróżniają się specyficznymi, genetycznie zaprogramowanymi cechami, które wraz z czynnikami środowiskowymi prowadzą do powstania i utrwalenia się synestezji. Badania wskazują, że osoby z synestezją dysponują większymi zdolnościami pamięciowymi (na przykład Luria, 1968; Rothen, Meier, 2009; Yaro, Ward, 2007; Smilek i in., 2002; Mills i in., 2006) i wyobrażeniowymi (Barnett, Newell, 2008; Spiller, Jansari, 2008; Meier, Rothen, 2013). Genetyczne predyspozycje zostały również potwierdzone na podstawie określenia stopnia dziedziczności synestezji (Bailey, Johnson, 1997; Asher i in., 2009), ponadto wykazano u synestetyków podwyższony poziom serotoniny (Brogaard, 2013; Brang, Ramachandran, 2008).

Synestetyków cechuje także tendencja do konkretnego stylu myślenia. W badaniach (Rogowska, 2007) wykazano, że istnieje pozytywna korelacja pomiędzy synestezją lingwistyczną a percepcyjno-rozumowym typem umysłowości mierzonym za pomocą Skali Typu Umysłu (Nosal, 1992). Percepcyjno-rozumowy typ umysłu oznacza właśnie myślenie analityczne i konkretne, spotykane również u osób z autyzmem. Być może ograniczenie poznawcze u osób autystycznych powoduje u nich częstsze współwystępowanie synestezji wykazane w wielu badaniach (Baron-Cohen i in., 2007; Bor, Billington, Baron-Cohen, 2007; Simner, Mayo, Spiller, 2009; Neufeld i in., 2013).

Pozostałością po przejściowej rozwojowo synestezji niemowlęcej może być zaobserwowany u wszystkich ludzi (a więc uniwersalny i powszechny) schemat połączeń międzymodalnych, co, jak się wydaje, wyjaśnia koncepcja synestezji słabej i silnej (Martino, Marks, 2001) oraz koncepcja zmniejszonego hamo-

wania (*decreased inhibition*, Grossenbacher, 1997; Eagleman, Goodale, 2009). Synestezyjne współwrażenia u osób dorosłych mogą korzystać z tego samego mechanizmu skojarzeń międzymodalnych, który dotyczy procesów integracyjnych we wczesnych etapach rozwoju poznawczego. Podczas procesów percepcyjnych wszystkie zmysły z sobą współpracują, tworząc spójną reprezentację rozmaitych realnych obiektów.

Siła synestezji

Coraz więcej dowodów wskazuje na to, że za synestezję odpowiadają te same mechanizmy, które występują powszechnie u wszystkich ludzi w skojarzeniach międzymodalnych (na przykład Cohen-Kadosh, Henik, Walsh, 2007; Blakemore i in., 2005; Ward, Simner, Auyeung, 2005). Skojarzenia międzymodalne występujące pomiędzy wrażeniami pochodzącymi z różnych zmysłów zdają się stanowić pewną wtórną formę synestezji. Jak potwierdziły badania (na przykład Brang i in., 2011; Day, 2005; Rich, Bradshaw, Mattingley, 2005, Simner i in., 2005; Barnett i in., 2008; Beeli, Esslen, 2007), mimo idiosynkratycznego charakteru synestezji, istnieją pewne wspólne tendencje w łączeniu bodźców semantycznych (liter, dni tygodnia, cyfr) z kolorami. Zarówno wśród osób z synestezją, jak i powszechnie u wszystkich ludzi, niezależnie od kultury, występują skojarzenia międzysmysłowe, w których wysokie i głośne dźwięki muzyczne lub dźwięki mowy (na przykład samogłoski „i”, „e”) są kojarzone z jasnymi kolorami, niskie (na przykład samogłoski „u”, „y”) i ciche dźwięki – z ciemnymi barwami (na przykład Ward, Huckstep, Tsakanikos, 2006; Simner i in., 2005), ciemne kolory są łączone z intensywnymi zapachami (na przykład Kemp, Gilbert, 1997) czy też z negatywnymi emocjami (na przykład Hupka i in., 1997).

Lawrence Marks (1999; Martino, Marks, 2001) zaproponował podział synestezji na dwie odmiany: słabą i silną, które stanowią dwa bieguny kontinuum tego zjawiska. Obie formy synestezji podlegają tym samym podstawowym mechanizmom percepcyjnego kodowania w systemie nerwowym oraz międzymodalnego przetwarzania informacji. Rozwój percepcji i języka sprawia, że przetwarzanie informacji odbywa się na coraz wyższym, semantycznym poziomie, odzwierciedlającym postsensoryczne mechanizmy (bazujące na znaczeniu bodźca). Silna synestezja wyraża percepcyjne cechy różnomodalnych bodźców, podczas gdy słaba synestezja bazuje na międzymodalnym języku metaforycznym, skojarzeniach międzysmysłowych i selektywnej uwadze.

Synestezja silna jest wynikiem związku, jaki zachodzi na niskim, sensorycznym poziomie przetwarzania informacji pomiędzy psychofizycznymi cechami doznań zmysłowych, takimi jak: częstotliwość, intensywność i czas trwania dźwięku, rozmiar, kształt i kolor obiektu wzrokowego oraz intensywność i chemiczna kompozycja smaku i zapachu. Mechanizm neuronalnego kodowania wyjaśnia, dlaczego międzymodalne skojarzenia są powszechne i automa-

tyczne (na przykład Marks, 1975; Wicker, Holahan, 1978). W synestezji słabej pośrednictwo językowe, wpływy doświadczenia i kultury (Marks, Hammeal, Bornstein, 1987; Nikolić, 2009) czy efekty treningu – uczenia się (na przykład Stevenson, Boakes, Prescott, 1998; Witthoft, Winawer, 2006, 2013) modyfikują międzymodalne skojarzenia, rozszerzając repertuar możliwych połączeń między poszczególnymi wymiarami zmysłów. Asocjacje podlegają wtórnym rozwojowo procesom umysłowej integracji zmysłów na poziomie semantycznym.

Kojarzenie jasności światła z głośnością dźwięku wykazano już u trzytygodniowych niemowląt (Lewkowicz, Turkewitz, 1980). W okresie niemowlęcym i we wczesnym dzieciństwie różnicowanie między wrażeniami zmysłowymi występuje w stopniu znacznie słabszym niż w dorosłości. W pierwszych tygodniach życia, wraz ze specjalizacją zmysłów w odbiorze specyficznych informacji, dokonuje się stopniowy rozwój procesów percepcyjnych (Lewkowicz, 2000; Bahrick, 2001). W koncepcji synestezji niemowlęcej (Maurer, 1993) zakłada się, że synestezja charakteryzuje wczesne stadia rozwoju modalności zmysłowych u wszystkich ludzi. Synestezja stanowi więc swoistego rodzaju atawizm w procesach poznawczych, czyli pierwotną ontogenetycznie i filogenetycznie zdolność tworzenia wielomodalnych skojarzeń na niższym, percepcyjnym poziomie przetwarzania informacji.

W tej perspektywie synestezja konstytucjonalna byłaby widziana jako specyficzne dla danej osoby nasilenie międzymodalnych skojarzeń. Różnice ilościowe (pod względem intensywności, wyrazistości, częstości) i jakościowe (na przykład w zależności od treści skojarzeń, poziomu przetwarzania informacji, mimowolności i automatyczności) stanowiłyby o specyfice doznań międzymodalnych. Synestezja wydaje się istotnym ogniwem w ewolucji procesów poznawczych (Ramachandran, Hubbard, 2001). Jeżeli synestezja prezentuje pierwotną cechę umysłu, to skojarzenia międzyzmysłowe należałoby rozpatrywać jako wtórną formę synestezji, tym wyższą (bardziej rozwiniętą, różnorodną i dowolną), im głębszego poziomu przetwarzania informacji skojarzenia te dotyczą.

Badania nad synestezją w aspekcie rozwojowym

Badania nad synestezją przeprowadzono wśród dzieci kilkakrotnie (Green, Goswami, 2008; Simner i in., 2006; Simner, Harrold i in., 2009; Simner, Bain, 2013). W badaniach Jennifer Green i Ushy Goswami (2008) dzieci dwukrotnie (z odstępem co najmniej 2 tygodni) określały, jakie kolory kojarzyły im się z cyframi (od 0 do 9) oraz wybranymi literami alfabetu. Synestezję potwierdzano na podstawie kryterium stałości skojarzeń synestezyjnych wtedy, gdy zgodność między testem i retestem przekraczała 90% pozycji testowych.

W badaniach Julii Simner z zespołem (2009) uczestniczyło 650 dzieci w wieku 6–7 lat, losowo wybranych z 21 angielskich szkół podstawowych.

Synestezja była diagnozowana na podstawie dwukrotnego badania stałości skojarzeń między grafemami i kolorami, w odstępie 10 sekund i 12 miesięcy pomiędzy testem i retestem. Na ekranie komputera pojawiały się losowo litery alfabetu (od „A” do „Z”) oraz liczby (od 1 do 10); dziecko wskazywało jeden z 13 kolorów (czarny, granatowy, błękitny, brązowy, ciemnozielony, jasnozielony, różowy, fioletowy, pomarańczowy, czerwony, żółty, biały), jaki kojarzył się z danym grafemem. Na podstawie tych badań synestezję potwierdzono u 8 na 650 dzieci, które wykazały krótki czas wykonania testu i wysoki stopień zbieżności pomiędzy testem i retestem w odstępie jednego roku, natomiast 39 uczniów zakwalifikowano do grupy „potencjalnych synestetyków”. Dodatkowo 8 dzieci z silną synestezją lingwistyczną odpowiadało na 3 pytania kwestionariusza (skala odpowiedzi: „nigdy”, „prawie nigdy”, „niezbyt często”, „czasem”, „często”, „bardzo często”), określające stałość i automatyczność synestezyjnych skojarzeń. Te same dzieci były badane ponownie w wieku 10 lat za pomocą tych samych metod badawczych (Simner, Bain, 2013). Powtórne badania wykazały, że synestezja rozwija się wraz z wiekiem, obejmując coraz to większy procent dzieci.

Należy nadmienić, iż ta sama metoda badania synestezji była zastosowana już wcześniej przez Julię Simner i współpracowników (2006) w badaniach przeprowadzonych wśród 500 studentów uniwersytetu oraz 1190 odwiedzających Muzeum Nauki w Londynie, w tym dorosłych i dzieci. Również Beat Meier, Nicolas Rothen i Stefan Walter (2014) zastosowali tę metodę w badaniu 439 osób w wieku od 19 do 91 lat (średni wiek wyniósł 38 lat). Badania te wykazały, że synestezja zmienia się w dorosłości pod względem ilościowym (następuje obniżenie jej nasilenia) oraz jakościowym (synestetyczne kolory przechodzą wraz z wiekiem transformację ze spektrum czystych kolorów w kierunku monochromatycznych, takich jak brązy i szarości).

Metody diagnozowania synestezji

Badania nad autentycznością synestezji były dotychczas prowadzone najczęściej przy pomocy technik neuroobrazowania mózgu oraz z wykorzystaniem w eksperymentach paradygmatu detekcji sygnałów czy paradygmatu Stroopa (dla przeglądu: Rogowska, 2007, 2011). Do badań nad synestezją wykorzystywane są też często kwestionariusze i testy, na przykład Test Autentyczności (*Test of Genuineness*, TOG; Baron-Cohen, Wyke, Binnie, 1987), Zrewidowany Test Autentyczności (*Revised Test of Genuineness*, TOG-R; Asher i in., 2006), niderlandzka Metoda Badania Kolorowej Synestezji (*Netherlands Color Synesthesia Method*, NeCoSyn; van Campen, 2008), czy Kwestionariusz Synestezji (*Synaesthesia Questionnaire*; Wicker, Holahan, 1978; Skelton, Ludwig, Mohr, 2009). Prowadzone są również badania komputerowe za pośrednictwem Internetu (na przykład *Synesthesia Battery of Test*; Eagleman i in., 2007).

Diagnoza synestezji wymaga szczegółowej analizy danego przypadku w odniesieniu do kryteriów charakteryzujących to zjawisko. Na podstawie literatury naukowej oraz raportów synestetyków można określić następujące ogólne cechy synestezji (Rogowska, 2007, 2011):

1. Synestezyjne wrażenia są wywoływane **mimowolnie** w reakcji na bodziec stymulujący. Synestetyk nie ma wpływu na to, kiedy i jakich współodczuć będzie doznawał, jakkolwiek koncentracja uwagi może istotnie oddziaływać na siłę i świadomość skojarzeń.

2. Pojedynczy bodziec stymulujący wyzwała **jednoczesną** percepcję w kilku modalnościach zmysłowych – na przykład dźwięk fortepianu może wywoływać równoczesne wrażenia w modalnościach: słuchowej, wzrokowej i zapachowej.

3. Liczne badania potwierdziły **automatyczne** występowanie synestezji i jej **percepcyjny charakter**.

4. Synestezyjne skojarzenia nie są złożonymi obrazami rzeczywistych zjawisk świata, jak na przykład krajobrazy, lecz **prostymi i abstrakcyjnymi wrażeniami** na przykład koloru – w paski, prążki i cętki innej barwy, o kształtach kulistych bądź kanciastych figur i brył geometrycznych.

5. Synestezje są **względnie stałe intraindywidualnie** – stale towarzyszą percepcji i nie zmieniają się w ciągu życia; określone bodźce zawsze wywołują takie same współwrażenia, na przykład tonacja E-dur będzie miała dla synestetyka zawsze żółty kolor.

6. Synestezja jest **zmienna interindywidualnie i idiosynkratyczna** – nie ma dwóch ludzi, którzy mieliby dokładnie takie same skojarzenia międzymodalne, choć poszczególne elementy czy ogólne tendencje – sposoby kojarzenia – mogą być podobne, na przykład u niektórych osób pierwsza litera słyszanego słowa wywołuje kolor.

Wywiad kliniczny wydaje się najbardziej odpowiednią metodą klasyfikacji danego przypadku synestezji ze względu na stymulację i procesy poznawcze zaangażowane w synestezję. Proponuje się (Rogowska, 2011, s. 121–122) włączyć do wywiadu następujące pytania, na podstawie których będzie można określić typ synestezji:

Jaki jest rodzaj stymulacji? Czy synestezję wywołują bodźce zmysłowe o charakterze wrażeniowym, czy też bodziec znaczący, na przykład tylko możliwe do zrozumienia słowa, w przeciwieństwie do pseudosłów lub słów w obcym języku?

Jakie jest źródło stymulacji? Czy stymulacja pochodzi z zewnątrz (na przykład dźwięki otoczenia), czy może być wywołana na skutek myślenia o bodźcu (wewnętrzna mowa, system artykulacyjny) lub wyobrażenia go sobie (ikonicznie, system obrazowy)?

Ile modalności jest z sobą połączonych w synestezji? Czy zarówno bodziec, jak i współodczucie należą do tej samej modalności zmysłowej (na przykład słowo pisane wywołuje wrażenia koloru), czy też bodziec i synestezja należą do różnych modalności? Ten rodzaj ze względu na częstość występowania

można podzielić na synestezję dwumodalną (na przykład tonacja muzyczna wywołuje widzenie koloru) oraz wielomodalną (na przykład usłyszane słowo powoduje widzenie koloru, odczucia smakowe i dotykowe).

Ile cech jest z sobą powiązanych we współodczuciu? Czy każdy bodziec wywołuje wrażenie jednego tylko rodzaju (na przykład odczucie smaku powoduje widzenie koloru), czy też synestezyjne wrażenia powstają w kilku wymiarach (na przykład dźwięk określonej częstotliwości wytwarza widzenie żółtej kuli poruszającej się na przemian w górę i w dół w polu widzenia)?

Gdzie projektowane jest współodczucie? Czy synestezyjne współodczucie widziane jest wewnętrznym „okiem wyobraźni”, czy jest ono projektowane jest na zewnątrz, na przykład w przypadku wrażeń wzrokowych jakby na ekranie oddalonym kilka centymetrów od linii wzroku?

Czy skojarzenia działają w obie strony? Czy połączenie synestezyjne działa jedynie w jedną stronę, na przykład słyszany dźwięk wywołuje widzenie koloru, ale widziany kolor nie powoduje słyszenia dźwięku; czy też synestezja działa w obie strony, czyli zarówno dźwięk wywołuje kolor, jak i kolor wywołuje dźwięk?

Każdy przypadek synestezji (niezależnie od typu czy rodzaju) mógłby być opisywany na wymiarze określającym stopień nasilenia tego zjawiska (Rogowska, 2011). O sile synestezji decydowałyby:

- zakres bodźców wywołujących synestezyjne doznania (na przykład tylko niektóre litery alfabetu kojarzone są z kolorami);
- złożoność doznań (proste – na przykład pojedynczy kolor, lub złożone – na przykład wielokolorowe dynamiczne kształty abstrakcyjne, zmieniające się w czasie i przestrzeni); liczba synestezyjnych typów występujących u danej osoby jednocześnie (na przykład osoba może doznawać synestezyjnych kolorowych wizji na skutek stymulacji językowej, muzycznej i smakowej); poziom przetwarzania informacji – synestezje mogą powstawać na poziomie sensorycznym lub semantycznym: na poziomie sensorycznym synestezyjne wrażenia mogą odnosić się do pojedynczych wrażeń (jak na przykład kolor) lub też stanowić syntezę wielu cech (jak na przykład kolor, tekstura i ruch). W tym znaczeniu synestezja może mieć charakter analityczny bądź syntetyczny. Zdarzają się też skojarzenia synestezyjne, odnoszące się na poziomie semantycznym do osobowości, płci (*gender*) czy emocji (np. Day, 2005; Simner, Holenstein, 2007; Rich i in., 2005; Ward, 2004; Simner, 2006; Cytowic, 2002; Callejas, Acosta, Lupianez, 2007; Amin i in., 2011).

Podsumowanie

Jak wskazuje Danko Nikolić (2009), synestezja lingwistyczna jest związana z kulturowym nabywaniem symboli i pojęć. Uczenie się abstrakcyjnych sekwencji liczb, dni tygodnia czy liter alfabetu jest dla małego dziecka zadaniem bardzo trudnym pod względem poznawczym. Być może w jakimś w krytycznym okresie życia dziecka powstaje indywidualny wzór połączeń między abstrakcyjnymi symbolami a kolorami jako rodzaj mnemotechniki, ukonkretnienia abstrakcyjnych pojęć (Rich, Bradshaw, Mattingley, 2005).

Badania dowodzą, że synestetyczne skojarzenia między kolorami i literami czy słowami powstałe we wczesnym okresie życia podczas uczenia się języka ojczystego mogą być w dorosłości przeniesione i zgeneralizowane na języki obce (Mroczo i in. 2009; Jürgens, Nicolić, 2012; Asano, Yokosawa, 2012; Cohen-Kadosh, Henik, Walsh, 2009; Cohen-Kadosh, Henik, Catena, Walsh, Fuentes, 2009). Rola uczenia się podczas nabywania synestezji jest obecnie szeroko eksplorowana (Blair, Berryhill, 2013; Bor i in., 2014; Brang, Ghiam, Ramachandran, 2013; Colizoli, Murre, Rouw, 2012, 2014a, 2014b; Deroy, Spence, 2013; Kusnir, Thut, 2012; Meier, Rothen, 2009; Rothen, Meier, 2014; Watson i in., 2012, 2014; Witthoft, Winawer, 2006, 2013; Yon, Press, 2014).

Podsumowując, można stwierdzić, iż synestezja lingwistyczna odnosi się do procesów poznawczych na poziomie reprezentacji bodźca (Grossenbacher, Lovelace, 2001; Simner, 2006; Mroczo-Wąsowicz, Nikolić, 2014), w tym głównie do procesów pamięciowych oraz wyobraźniowych (Cohen-Kadosh, Tzelgov, Henik, 2008a, 2008b; Cohen-Kadosh, Lammertyn, Izard, 2008; Meier, Rothen, 2013), i prawdopodobnie służy organizowaniu i porządkowaniu informacji podczas tworzenia umysłowej reprezentacji abstrakcyjnych pojęć.

Synestezja niemowlęca stanowi uniwersalną bazę dla rozwoju procesów integracyjnych i synestezji właściwej (konstytucjonalnej), ale ta ostatnia nie występuje powszechnie w populacji, a fakt ten zależy od kilku grup czynników:

- czynniki środowiskowe (na przykład wyższe wymagania otoczenia aniżeli poznawcze możliwości dziecka);
- czynniki biologiczne (na przykład podatność genetyczna, specyficzna budowa anatomiczna mózgu, nierównowaga biochemiczna mózgu, niedojrzałość mózgu związana z opóźnioną mielinizacją neuronów, nadmiar połączeń wynikający z obniżonej apoptozy; wysoka siła pobudzenia połączona ze skłonnością do rozhamowania);
- czynniki poznawcze (na przykład wyższa wrażliwość sensoryczna czy ogólnie wyższe zdolności poznawcze u synestetyków: pamięć, wyobraźnia, uwaga, spostrzeganie).

Najczęściej badaną spośród znanych form synestezji jest synestezja kolorowego słyszenia w odmianie lingwistycznej i muzycznej (Simner, 2006). Konieczne są dalsze badania nad zjawiskiem synestezji z wykorzystaniem rozmaitych metod i technik badawczych, jak również aktualnej wiedzy z zakresu rozwoju poznawczego i psycholingwistyki.

Badanie synestezji jest niezwykle trudne ze względu na jej złożoność, liczne odmiany, typy i niepowtarzalną konfigurację skojarzeń. Najbardziej efektywne wydaje się łączenie perspektywy nomotetycznej z idiograficzną poprzez zastosowanie obiektywnego testu do badania stałości skojarzeń (jednego z kryteriów synestezji) oraz włączenie dodatkowo do badań wywiadu czy kwestionariusza, w którym synestetyk będzie mógł szczegółowo opisać subiektywne doznania, aby sklasyfikować daną odmianę, formę i typ synestezji. Do badania stałości skojarzeń synestetycznych w synestezji lingwistycznej najbardziej użyteczna wydaje się metoda test-retest, z wykorzystaniem komputerów. Wywiad pomógłby w uszczegółowieniu i określeniu synestezji lingwistycznej w jej szerokim wymiarze, na przykład czy stymulację stanowią fonemy czy grafemy, jaka jest liczba współwystępujących typów synestezji, intensywność doznań, czy synestetyczny kolor jest projektowany na zewnątrz czy dotyczy raczej skojarzeń.

Jeżeli weźmie się pod uwagę wszystkie potencjalne kombinacje rozmaitych typów, rodzajów i form synestezji, to staje się zrozumiałe, dlaczego istnieje takie ogromne zróżnicowanie indywidualne między synestetykami. Ta niepowtarzalność synestezji może być widziana jako atut, jeden z elementów (obok linii papilarnych czy kodu DNA) potwierdzających naszą tożsamość. Równocześnie synestezja zdaje się stanowić jedyny w swoim rodzaju zapis historii rozwoju procesów percepcyjnych, który może służyć pomocą w wielu rozmaitych okolicznościach, na przykład w diagnozowaniu przyczyn niepowodzeń szkolnych dziecka, planowaniu indywidualnego rozwoju w sferze poznawczej czy emocjonalnej, przewidywaniu terapii osób z autyzmem, schizofrenią, niepełnosprawnością wynikającą z wrodzonych lub nabytych zaburzeń dotyczących funkcjonowania mózgu. Obecny postęp i lawinowy przyrost publikacji poświęconych temu fascynującemu zjawisku synestezji daje nadzieję, że wkrótce przyjdzie czas na wykorzystanie tej wiedzy w praktyce psychologicznej i pedagogicznej.

Należy podkreślić, że wszystkie rodzaje synestezji opierają się na procesach integracyjnych, różnicuje je jedynie funkcja, której służą. Synestezja lingwistyczna powstaje na poziomie reprezentacyjnym i ma ścisły związek ze znaczeniem bodźca. Kompensacyjne lub integracyjne funkcje synestezji w procesach poznawczych, jak również związki pomiędzy tymi dwiema odmianami synestezji, stanowią nowe wyzwanie dla badaczy.

Brakuje badań nad zjawiskiem synestezji prowadzonych w perspektywie psychologii rozwojowej, z wykorzystaniem strategii przekrojowych i podłużnych. Konieczne jest prowadzenie dalszych badań nad synestezją rozwojową w formie niemowlęcej i konstytucjonalnej, w losowo dobranej populacji dzieci. Chociaż synestezja lingwistyczna wydaje się niezmiernie ciekawa z punktu widzenia rozwoju poznawczego, konieczne są również badania nad innymi typami synestezji, w sposób niepowtarzalny łączącymi z sobą doznania w niewerbalnym systemie przetwarzania informacji.

LITERATURA

- Afra P., Funke M., Matsuo F. (2009), Acquired auditory-visual synesthesia: A window to early cross-modal sensory interactions, *Psychology Research and Behavior Management*, 2, s. 31–37.
- Amin M., Olu-Lafe O., Claessen L.E., Sobczak-Edmans M., Ward J., Williams A.L., Sagiv N. (2011), Understanding grapheme personification: A social synesthesia?, *Journal of Neuropsychology*, 5, s. 255–282.
- Armell K.C., Ramachandran V.S. (1999), Acquired Synesthesia in Retinitis Pigmentosa, *Neurocase*, 5, s. 293–296.
- Asano M., Yokosawa K. (2013), Grapheme learning and grapheme-color synesthesia: toward a comprehensive model of grapheme-color association, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7 (757), s. 1–11, DOI: 10.3389/fnhum.2013.00757.
- Asano M., Yokosawa K. (2012), Synesthetic colors for Japanese late acquired graphemes, *Consciousness and Cognition*, 21 (2), s. 983–993.
- Asher J.E., Aitken M.R.F., Farooqi N., Kurmani S., Baron-Cohen S. (2006), Diagnosing and phenotyping visual synaesthesia: a preliminary evaluation of the revised Test of Genuineness (TOG-R), *Cortex*, 42, s. 137–146.
- Asher J.E., Lamb J.A., Brocklebank D., Cazier J.-B., Maestrini E., Addis L., Sen M., Baron-Cohen S., Monaco A.P. (2009), A whole-genome scan and fine-mapping linkage study of auditory-visual synesthesia reveals evidence of linkage to chromosomes 2q24, 5q33, 6p12, and 12p12, *The American Journal of Human Genetics*, 84, s. 279–285.
- Bahrick L.E. (2001), Increasing Specificity in Perceptual Development: Infants' Detection of Nested Levels of Multimodal Stimulation, *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, s. 253–270.
- Barnett K.J., Finucane C., Asher J.E., Bargary G., Corvin A.P., Newell F.N., Mitchell K.J. (2008), Familial patterns and the origins of individual differences in synaesthesia, *Cognition*, 106, s. 871–893.
- Barnett K.J., Newell F.N. (2008), Synaesthesia is associated with enhanced, self-rated visual imagery, *Consciousness and Cognition*, 17, s. 1032–1039.
- Baron-Cohen S. (1996), Is There a Normal Phase of Synaesthesia in Development?, *Psyche: An Interdisciplinary Journal of Research on Consciousness*, 2 (27), <http://hstrial-tridenttechnical.homestead.com/BaronCohen1996.pdf> (dostęp: 10 marca 2013).
- Baron-Cohen S., Bor D., Billington J., Asher J., Wheelwright S., Ashwin C. (2007), Savant memory in a man with colour form-number synaesthesia and Asperger syndrome, *Journal of Consciousness Studies*, 14 (9/10), s. 237–251.
- Baron-Cohen S., Harrison J. (1999), *Synaesthesia: A Challenge for Developmental Cognitive Neuroscience* [w:] H. Tager-Flusberg (ed.), *Neurodevelopmental Disorders*, s. 491–503, Cambridge Mass.: A Bradford Book The MIT Press.
- Baron-Cohen S., Harrison J., Goldstein L., Wyke M. (1993), Coloured speech perception: Is synaesthesia what happens when modularity breaks down?, *Perception*, 22, s. 419–426.

- Baron-Cohen S., Wyke M., Binnie C. (1987), Hearing words and seeing colours. An experimental investigation of synaesthesia, *Perception*, 16, s. 761–767.
- Beeli G., Esslen M. (2007), Frequency correlates in grapheme-color synaesthesia, *Psychological Science*, 18 (9), s. 788–792.
- Blair C.D., Berryhill M.E. (2013), Synesthetic grapheme-color percepts exist for newly encountered Hebrew, Devanagari, Armenian and Cyrillic graphemes, *Consciousness and Cognition*, 22, s. 944–954.
- Blakemore S.-J., Bristow D., Bird G., Frith C., Ward J. (2005), Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision – touch synaesthesia, *Brain*, 128, s. 1571–1583.
- Bor D., Billington J., Baron-Cohen S. (2007), Savant memory for digits in a case of synaesthesia and Asperger syndrome is related to hyperactivity in the lateral prefrontal cortex, *Neurocase*, 13, s. 311–319.
- Bor D., Rothen N., Schwartzman D. J., Clayton S., Seth A.K. (2014), Adults can be trained to acquire synesthetic experiences, *Scientific Reports*, 4, 7089, DOI: 10.1038/srep07089.
- Brang D., Ghiem M., Ramachandran V.S. (2013), Impaired acquisition of novel grapheme-color correspondences in synaesthesia, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7 (717), s. 1–6, DOI: 10.3389/fnhum.2013.00717.
- Brang D., Ramachandran V.S. (2008), Psychopharmacology of synesthesia; the role of serotonin 5-HT_{2A} receptor activation, *Medical Hypotheses*, 70(4), s. 903–904.
- Brang D., Rouw R., Ramachandran V.S., Coulson S. (2011), Similarly shaped letters evoke similar colors in grapheme-color synesthesia, *Neuropsychologia*, 49(5), s. 1355–1358.
- Brogaard B. (2013), Serotonergic hyperactivity as a potential factor in developmental, acquired and drug-induced synaesthesia, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7 (657), s. 1–13, DOI: 10.3389/fnhum.2013.00657.
- Callejas A., Acosta A., Lupianez J. (2007), Green love is ugly: Emotions elicited by synesthetic grapheme-color perceptions, *Brain Research*, 1127, s. 99–107.
- Cohen-Kadosh R., Henik A., Catena A., Walsh V., Fuentes L.J. (2009), Induced cross-modal synaesthetic experience without abnormal neuronal connections, *Psychological Science*, 20, s. 258–265.
- Cohen-Kadosh R., Henik A., Walsh V. (2007), Small is bright and big is dark in synaesthesia, *Current Biology*, 17 (19), s. 834–835.
- Cohen-Kadosh R., Henik A., Walsh V. (2009), Synaesthesia: learned or lost?, *Developmental Science*, 12, s. 484–491.
- Cohen-Kadosh R., Lammertyn J., Izard V. (2008), Are numbers special? An overview of chronometric, neuroimaging, developmental and comparative studies of magnitude representation, *Progress in Neurobiology*, 84, s. 132–147.
- Cohen-Kadosh R., Tzelgov J., Henik A. (2008a), A synesthetic walk on the mental number line: The size effect, *Cognition*, 106, s. 548–557.
- Cohen-Kadosh R., Tzelgov J., Henik A. (2008b), A colorful walk on the mental number line: Striving for the right direction, *Cognition*, 106, s. 564–567.

- Cohen-Kadosh R., Walsh V. (2006), Cognitive neuroscience: Rewired or cross-wired brains?, *Current Biology*, 16 (22), s. 962–963.
- Colizoli O., Murre J.M.J., Rouw R. (2012), Pseudo-synesthesia through reading books with colored letters, *PLoS ONE*, 7, e39799, s. 1–10, DOI: 10.1371/journal.pone.0039799.
- Colizoli O., Murre J.M.J., Rouw R. (2014a), Training synesthetic letter-color associations by reading in color, *Journal of Visualized Experiments*, 84, e50893, s. 1–15, DOI: 10.3791/50893.
- Colizoli O., Murre J.M.J., Rouw R. (2014b), Defining (trained) grapheme-color synaesthesia, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 (368), s. 1–7, DOI: 10.3389/fnhum.2014.00368.
- Cytowic R.E. (2002), *Synaesthesia: a Union of the Senses*, 2-end edition, New York: Springer-Verlag.
- Day S. (2005), Some demographic and socio-cultural Aspects of Synesthesia [w:] L.C. Robertson, N. Sagiv (eds.), *Synesthesia. Perspectives from Cognitive Neuroscience*, s. 11–33, New York: Oxford University Press.
- Deroy O., Spence C. (2013), Training, hypnosis, and drugs: artificial synaesthesia, or artificial paradises?, *Frontiers in Psychology*, 4 (660), s. 1–15, DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00660.
- Eagleman D.M., Goodale M.A. (2009), Why color synesthesia involves more than color, *Trends in Cognitive Sciences*, 13 (7), s. 288–292.
- Eagleman D.M., Kagan A.D., Nelson S.S., Sagaram D., Sarma A.K. (2007), A standardized test battery for the study of synaesthesia, *Journal of Neuroscience Methods*, 159, s. 139–145.
- Green J.A.K., Goswami U. (2008), Synaesthesia and number cognition in children, *Cognition*, 106, s. 463–473, DOI:10.1016/j.cognition.2007.01.013.
- Grossenbacher P.G. (1997), Perception and sensory information in synaesthetic experience [w:] S. Baron-Cohen, J. Harrison (eds.), *Synaesthesia: Classic and contemporary readings*, s. 148–172, Oxford: Blackwell.
- Grossenbacher P.G., Lovelace, Ch.T. (2001), Mechanisms of synesthesia: cognitive and physiological constraints, *Trends in Cognitive Sciences*, 5 (1), s. 36–41.
- Harrison J.E., Baron-Cohen S. (1997), Synaesthesia: an introduction [w:] S. Baron-Cohen, J. Harrison (eds.), *Synaesthesia. Classic and Contemporary Readings*, s. 3–16, Oxford: Blackwell.
- Hupka R.B., Zaleski Z., Otto J., Reidl L., Tarabrina N.V. (1997), The colors of anger, envy, fear, and jealousy: A cross-cultural study, *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 28 (2), s. 156–171.
- Jürgens U.M., Nicolíć D. (2012), Ideaesthesia: Conceptual processes assign similar colours to similar shapes, *Translational Neuroscience*, 3(1), s. 22–27, DOI: 10.2478/s13380-012-0010-4.
- Kemp S.E., Gilbert A.N. (1997), Odor intensity and color lightness are correlated sensory dimensions, *American Journal of Psychology*, 110 (1), s. 35–49.
- Kusnir F., Thut G. (2012), Formation of automatic letter-colour associations in non-synaesthetes through likelihood manipulation of letter-colour pairings,

- Neuropsychologia*, 50 (14), s. 641–652. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.09.032.
- Lewkowicz D. (2000), The development of intersensory temporal perception: An epigenetic systems/limitations view, *Psychological Bulletin*, 126 (2), s. 281–308.
- Lewkowicz D., Turkewitz G. (1980), Cross-modal equivalence in early infancy: Auditory-visual intensity matching, *Developmental Psychology*, 16, s. 597–607.
- Luria A.R. (1968), *The mind of a mnemonist: A little book about a vast memory*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Marks L.E. (1975), On colored-hearing synesthesia: Cross-modal translations of Sensory Dimensions, *Psychological Bulletin*, 82 (3), s. 303–331.
- Marks L.E. (1999), Synesthesia [w:] E.A. Cardena, S.J. Lynn, S.C. Krippner (eds.), *Varieties of anomalous experience: Phenomenological and scientific foundations*, s. 21–149, Washington, DC: American Psychological Association.
- Marks L.E., Hammeal R.J., Bornstein M.H. (1987), *Perceiving similarity and comprehending metaphor*, Monographs of the Society for Research in Child Development, 52 (1/212), New Haven: John B. Pierce Foundation Laboratory.
- Marks L.E., Odgar E.C. (2005), Developmental constraints on theories of synesthesia [w:] L.C. Robertson, N. Sagiv (eds.), *Synesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*, s. 214–236, New York: Oxford University Press.
- Martino G., Marks L.E. (2001) Synesthesia: Strong and weak, *Current Directions in Psychological Science*, 10 (2), s. 61–65.
- Maurer D. (1993), Neonatal synaesthesia: implications for the processing of speech and faces [w:] S. Baron-Cohen, J. Harrison (eds.), *Synaesthesia. Classic and contemporary readings*, s. 224–242, Oxford: Blackwell.
- Maurer D., Mondloch C. (2005), Neonatal synesthesia: Reevaluation [w:] L.C. Robertson, N. Sagiv (eds.), *Synesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*, s. 193–213, New York: Oxford University Press.
- Meier B., Rothen N., Walter S. (2014), Developmental aspects of synaesthesia across the adult lifespan, *Frontiers Human Neuroscience*, 8 (129), s. 1–12, DOI: 10.3389/fnhum.2014.00129.
- Meier B., Rothen N. (2013), Grapheme-color synaesthesia is associated with a distinct cognitive style, *Frontiers in Psychology*, 4 (632), s. 1–7, DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00632.
- Meier B., Rothen N. (2009), Training grapheme-colour associations produces a synaesthetic Stroop effect, but not a conditioned synaesthetic response, *Neuropsychologia*, 47, s. 1208–1211, DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.01.009.
- Mills C.B., Innis J., Westendorf T., Owsianiecki L., McDonald A. (2006), Effect of a synesthete's photisms on name recall, *Cortex*, 42, s. 155–163.
- Mroczko A., Metzinger T., Singer W., Nikolić D. (2009), Immediate transfer of synesthesia to a novel inducer, *Journal of Vision*, 9 (12), s. 1–8.
- Mroczko-Wąsowicz A., Nikolić D. (2014), Semantic mechanisms may be responsible for developing synaesthesia, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 (509), s. 1–13. DOI: 10.3389/fnhum.2014.00509.

- Neufeld J., Roy M., Zapf A., Sinke C., Emrich H. M., Prox-Vagedes V., Dillo W., Zedler M. (2013), Is synesthesia more common in patients with Asperger syndrome?, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7 (847), s. 1–12. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00847.
- Nikolić D. (2009, April), Is synaesthesia actually ideaesthesia? An inquiry into the nature of the phenomenon, *Proceedings of the Third International Congress on Synaesthesia, Science & Art*, Granada, Spain, <http://www.danko-nikolic.com/wp-content/uploads/2011/09/Synesthesia2009-Nikolic-Ideaesthesia.pdf> (do-
stęp: 10 marca 2013).
- Nosal C.S. (1992), *Diagnoza typów umysłu*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Novich S., Cheng S., Eagleman D.M. (2011), Is synaesthesia one condition or many? A large-scale analysis reveals subgroups, *Journal of Neuropsychology*, 5, s. 353–371.
- Parise C.V., Spence Ch. (2009), When birds of a feather flock together’: Synesthetic correspondences modulate audiovisual integration in non-synesthetes, *PLoS ONE*, 4 (5), e5664, s. 1–7, DOI:10.1371/journal.pone.0005664.
- Podoll K., Robinson D. (2002) Auditory-visual synaesthesia in patient with basilar Migraine, *Journal of Neurology*, 249, s. 476–477.
- Ramachandran V.S., Hubbard E.M. (2001), Synaesthesia – a window into perception, thought and language, *Journal of Consciousness Studies*, 8 (12), s. 3–34.
- Ramachandran V.S., Hubbard E.M. (2003), Brzmienie barw, smak kształtów, *Świat Nauki*, 6 (142), s. 37–43.
- Ramachandran V.S., Hubbard E.M. (2005), The emergence of the human mind: Some clues from synesthesia [w:] L.C. Robertson, N. Sagiv (eds.), *Synesthesia: Perspectives from cognitive neuroscience*, s. 147–190, Oxford: Oxford University Press.
- Rich A.N., Bradshaw J.L., Mattingley J.B. (2005), A systematic, large-scale study of synaesthesia: implications for the role of early experience in lexical-colour Associations, *Cognition*, 98, s. 53–84.
- Rogowska A. (2011), Categorization of synaesthesia, *Review of General Psychology*, 15 (3), s. 213–227.
- Rogowska A. (2007), *Synestezja*, Opole: Politechnika Opolska.
- Rothen N., Meier B. (2014), Acquiring synaesthesia: insights from training studies, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 (109), s. 1–13, DOI: 10.3389/fnhum.2014.00109.
- Rothen N., Meier B. (2009) Do synesthetes have a general advantage in visual search and episodic memory? A Case for Group Studies, *PLoS ONE*, 4 (4), e5037, s. 1–9, DOI:10.1371/journal.pone.0005037
- Simner J. (2006), Beyond perception: synaesthesia as a psycholinguistic phenomenon, *Trends in Cognitive Sciences*, 11 (1), s. 23–29.
- Simner J., Bain A. (2013), A longitudinal study of grapheme-color synesthesia in childhood: 6/7 years to 10/11 years, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7 (603), s. 1–9, DOI: 10.3389/fnhum.2013.00603.

- Simner J., Harrold J., Creed H., Monro L., Foulkes L. (2009), Early detection of markers for synaesthesia in childhood populations. *Brain, A Journal of Neurology*, 132, s. 57–64.
- Simner J., Holenstein E. (2007), Ordinal linguistic personification as a variant of Synesthesia, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19 (4), s. 694–703.
- Simner J., Mayo N., Spiller M. (2009), A foundation for savantism? Visuo-spatial synaesthetes present with cognitive benefits, *Cortex*, 45, s. 1246–1260.
- Simner J., Mulvenna C., Sagiv N., Tsakanikos E., Witherby S.A., Fraser Ch., Scott K., Ward J. (2006), Synaesthesia: The prevalence of atypical cross-modal experiences, *Perception*, 35, s. 1024–1033.
- Simner J., Ward J., Lanz M., Jansari A., Noonan K., Glover L., Oakley D.A. (2005), Non-random associations of graphemes to colours in synaesthetic and non-synaesthetic populations, *Cognitive Neuropsychology*, 22 (8), s. 1069–1085.
- Skelton R., Ludwig C., Mohr Ch. (2009), A novel, illustrated questionnaire to distinguish projector and associator synaesthetes, *Cortex*, 45, s. 721–729.
- Smilek D., Dixon M., Cudahy C., Merikle Ph.M. (2002), Synesthetic color experiences influence memory, *Psychological Science*, 13 (6), s. 548–552.
- Spector F., Maurer D. (2009), Synesthesia: A new approach to understanding the development of perception, *Developmental Psychology*, 45 (1), s. 175–189.
- Spiller M.J., Jansari A.S. (2008), Mental imagery and synaesthesia: Is synaesthesia from internally-generated stimuli possible?, *Cognition*, 109, s. 143–151.
- Stevenson R.J., Boakes R.A., Prescott J. (1998), Changes in odor sweetness resulting from implicit learning of a simultaneous odor-sweetness association: An example of learned synesthesia, *Learning and Motivation*, 29, s. 113–132.
- Van Campen C. (2008), *The hidden sense: Synesthesia in art and science*, Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Ward J. (2004) Emotionally mediated synaesthesia, *Cognitive Neuropsychology*, 21 (7), s. 761–772.
- Ward J., Huckstep B., Tsakanikos E. (2006), Sound-colour synaesthesia: to what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all?, *Cortex*, 42, s. 264–280.
- Ward J., Simner J., Auyeung V. (2005), A comparison of lexical-gustatory and grapheme-colour synaesthesia, *Cognitive Neuropsychology*, 22 (1), s. 28–41.
- Ward J., Tsakanikos E., Bray A. (2006), Synaesthesia for reading and playing musical notes, *Neurocase*, 12, s. 27–34.
- Watson M.R., Akins K.A., Spiker C., Crawford L., Enns J.T. (2014), Synesthesia and learning: a critical review and novel theory, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 (98), s. 1–15, DOI: 10.3389/fnhum.2014.00098.
- Watson M.R., Blair M.R., Kozik P., Akins K.A., Enns J.T. (2012), Grapheme-color synaesthesia benefits rule-based category learning, *Consciousness and Cognition*, 21, s. 1533–1540.
- Wicker F.W., Holahan C.K. (1978), Analogy training and synesthetic phenomena, *The Journal of General Psychology*, 98, s. 113–122.

- Witthoft N., Winawer J. (2013), Learning, memory, and synesthesia, *Psychological Science*, 24 (3), s. 258–265, DOI: 10.1177/0956797612452573.
- Witthoft N., Winawer J. (2006), Synesthetic colors determined by having colored refrigerator magnets in childhood, *Cortex*, 42, s. 175–183.
- Yaro C., Ward J. (2007), Searching for Shereshevskii: What is superior about the memory of synaesthetes?, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60 (5), s. 681–695.
- Yon D., Press C. (2014), Back to the future: synaesthesia could be due to associative Learning, *Frontiers in Psychology*, 5 (702), s. 1–4, DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00702.